

## 明 細 書

### 磁気記録媒体の製造方法、磁気記録媒体用スタンパーおよび磁気記録媒体用中間体

#### 技術分野

- [0001] この発明は、樹脂層を形成した磁気記録媒体用中間体に磁気記録媒体用スタンパーを重ね合わせてその樹脂層に凹凸パターンを転写して、その樹脂層を用いて磁気記録媒体用中間体の磁性層に凹部を形成してディスクリートラック型磁気記録媒体を製造する磁気記録媒体の製造方法、磁気記録媒体用スタンパーおよび磁気記録媒体用中間体に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] この種のディスクリートラック型磁気記録媒体(以下、「ディスクリートラック媒体」ともいう)の製造方法として、出願人は、ディスク状基材(D)上に形成したレジスト層(R)に転写装置(2)によってモールド(24:スタンパー)を押し付けてマスクを形成し、このマスクを使用してディスクリートラック媒体を製造する製造方法を特願2003-9625に提案している。なお、本明細書では、以下、先行出願についての符号を括弧付きで記載する。具体的には、まず、円板状のディスク状基材(D)にレジスト材をスピコートしてレジスト層(R)を形成する。次に、ディスク状基材(D)を加熱ステージ(21)に固定すると共にモールド(24)をプレス機構(22)に固定した後に、加熱ステージ(21)およびプレス機構(22)を制御してディスク状基材(D)およびモールド(24)を加熱する。次いで、プレス機構(22)がディスク状基材(D)に向けてモールド(24)を押圧(プレス)する。この際には、モールド(24)の凸部(24p)がディスク状基材(D)上のレジスト層(R)に押し込まれてレジスト材がモールド(24)の凹部に入り込む。続いて、加熱ステージ(21)およびプレス機構(22)による加熱を停止させてレジスト層(R)およびモールド(24)を所定温度まで低下させた後に、プレス機構(22)がモールド(24)をレジスト層(R)から引き離す。これにより、レジスト層(R)にモールド(24)の凹凸パターンが転写されてレジストパターン(マスク)がディスク状基材(D)上に形成される。
- [0003] 次に、ディスク状基材(D)上のレジストパターン全体を酸素プラズマ処理することに

より、レジストパターンにおける凹部の底面からディスク状基材(D)の磁性層(F)を露出させる。次いで、レジストパターンにおける凸部の先端面、およびレジストパターンにおける凹部の底面から露出している磁性層(F)の表面(凹部の底面)に金属を蒸着して金属層(M)を形成する。続いて、レジストパターンにおける凸部の先端部に形成されている金属層(M)をリフトオフ処理によってレジスト材と共に除去する。これにより、磁性層(F)の表面に形成した金属層(M)のみがディスク状基材(D)上に残留して金属パターンが形成される。次に、金属パターンをマスクとして使用して、磁性層(F)に対して反応性イオンエッチング処理を行う。これにより、マスクによって覆われていない部位の磁性層(F)が除去されて複数の溝が磁性層(F)に同心円状に形成される。次いで、反応性イオンエッチング処理を行うことによって磁性層(F)上に残留している金属パターンを除去する。この後、表面仕上げ処理等を行うことにより、記録データを記録するための複数のデータ記録用トラック(ディスクリートラック:以下、「トラック」ともいう)が同心円状に形成されて、ディスクリートラック媒体が製造される。

先行出願1:特願2003-9625

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0004] 発明者らは、出願人が提案しているこのディスクリートラック媒体の製造方法を検討した結果、以下の改善すべき課題を発見した。すなわち、出願人が提案している製造方法では、加熱ステージ(21)にディスク状基材(D)を固定すると共にプレス機構(22)にモールド(24)を固定した状態でプレス機構(22)がディスク状基材(D)に向けてモールド(24)を移動させてその凸部(24p)をレジスト層(R)に押し付けて凹凸パターンを転写している。この場合、この種の製造方法に従って製造されるディスクリートラック媒体は、前述したように、記録データを記録するための各トラックがその製造時に形成される。このため、記録データの記録再生時において各トラックに対して正確かつ容易にトラッキングを可能とするためには、記録データの記録再生時におけるディスクリートラック媒体の回転中心(すなわち、ディスクリートラック媒体の中心)と各トラックの中心とが一致するようにして磁性層(F)に溝を形成する必要がある。したがって、ディスク状基材(D)の磁性層(F)に溝を形成するためのレジストパタ

ーン(マスク)をディスク状基材(D)の中心に対して偏心させることなく形成する必要がある。このため、レジストパターンの形成に際しては、ディスク状基材(D)の中心と、モールド(24)の中心(モールド(24)における凹凸パターンの中心)とをディスク状基材(D)の厚み方向で一致させた状態でディスク状基材(D)上のレジスト層(R)にモールド(24)を押し付ける必要がある。

[0005] この場合、出願人は、ディスク状基材(D)の中心を加熱ステージ(21)における基準点に一致させた状態で固定すると共に、モールド(24)の中心をプレス機構(22)の基準点に一致させた状態で固定して、加熱ステージ(21)およびプレス機構(22)の両基準点がディスク状基材(D)の厚み方向で一致するようにディスク状基材(D)に向けてモールド(24)を移動させて凹凸パターンを転写することにより、ディスク状基材(D)の中心に対するレジストパターン(マスク)の偏心(レジスト層(R)に転写された凹凸パターンのディスク状基材(D)に対する偏心)を回避している。この際に、一例として、工場顕微鏡等を使用してディスク状基材(D)の外縁部における任意の3点についてその座標を計測し、この計測結果に基づいてディスク状基材(D)の中心を演算して特定する必要がある。また、モールド(24)については、一例として、その凹凸パターンにおける任意の凸部(24p)上の3点についてその座標を計測し、この計測結果に基づいてモールド(24)の中心を演算して特定する必要がある。したがって、この計測作業および演算処理が煩雑のため、出願人が提案している製造方法には、ディスクリートトラック媒体の製造効率の向上を図るのが困難であるという課題が存在する。

[0006] 本発明は、上述のような課題を解決すべくなされたものであり、その製造効率の向上を図り得る磁気記録媒体の製造方法、磁気記録媒体用スタンパーおよび磁気記録媒体用中間体を提供することを主目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0007] この発明に係る磁気記録媒体の製造方法は、支持基材上に磁性層が形成された平板状の磁気記録媒体用中間体上に樹脂層を形成すると共に当該磁気記録媒体用中間体の中間体中心を特定し、当該特定した中間体中心と磁気記録媒体用スタンパーに形成されているスタンパー中心特定用マークに基づいて特定したスタンパ

一中心とを前記磁気記録媒体用中間体の厚み方向で一致させるようにして当該磁気記録媒体用中間体に当該磁気記録媒体用スタンパーを重ね合わせて前記樹脂層に当該磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンを転写し、当該凹凸パターンを転写した前記樹脂層を使用して前記磁気記録媒体用中間体の前記磁性層に凹部を形成してディスクリートトラック型磁気記録媒体を製造する。なお、本発明におけるディスクリートトラック型磁気記録媒体には、同心円状に形成した複数の溝(グループ)または螺旋状に形成した溝によって隣り合うデータ記録用トラック(磁性体部)が磁氣的に互いに分離されたデータ記録領域を有する磁気記録媒体のみならず、データ記録領域をメッシュ状またはドット状に区切って(各データ記録用トラックをその長手方向においても磁氣的に複数に分離させて)形成したデータ記録部(磁性体部)が島状(アイランド状)に孤立している、いわゆるパターンド媒体も含まれる。

- [0008] この場合、前記中間体中心を特定可能な中間体中心特定用マークが形成された前記磁気記録媒体用中間体を使用して、前記中間体中心特定用マークに基づいて特定した前記中間体中心と前記スタンパー中心とを前記厚み方向で一致させるようにして前記磁気記録媒体用中間体に前記磁気記録媒体用スタンパーを重ね合わせて前記樹脂層に凹凸パターンを転写するのが好ましい。
- [0009] また、本発明に係る磁気記録媒体用スタンパーは、ディスクリートトラック型磁気記録媒体を製造するための凹凸パターンが形成されると共にその中心を特定可能なスタンパー中心特定用マークが形成されている。
- [0010] この場合、前記磁気記録媒体用スタンパーにおける中心部の一部を突出させた凸部、および当該磁気記録媒体用スタンパーにおける中心部の一部を凹ませた凹部のいずれか一方で前記スタンパー中心特定用マークを構成するのが好ましい。
- [0011] さらに、本発明に係る磁気記録媒体用中間体は、ディスクリートトラック型磁気記録媒体を製造可能に支持基材上に磁性層が形成されると共にその中心を特定可能な中間体中心特定用マークが形成されている。
- [0012] この場合、前記磁気記録媒体用中間体における中心部の一部を突出させた凸部、および当該磁気記録媒体用中間体における中心部の一部を凹ませた凹部のいずれか一方で前記中間体中心特定用マークを構成するのが好ましい。

## 発明の効果

- [0013] 本発明に係る磁気記録媒体の製造方法によれば、磁気記録媒体用スタンパーに形成されているスタンパー中心特定用マークに基づいて特定したスタンパー中心と磁気記録媒体用中間体の中間体中心とを磁気記録媒体用中間体の厚み方向で一致させるように重ね合わせて樹脂層に磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンを転写することにより、例えば磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンにおける任意の凸部上の3点についてその座標を計測してスタンパー中心を演算して特定する方法と比較して、スタンパー中心を短時間でしかも確実に容易に特定することができる。したがって、磁気記録媒体製造装置(インプリント装置)に対して磁気記録媒体用スタンパーを短時間で位置決めすることができる結果、ディスクリットトラック媒体の製造効率を十分に向上させることができる。
- [0014] また、本発明に係る磁気記録媒体の製造方法によれば、中間体中心特定用マークに基づいて中間体中心を特定することにより、例えば磁気記録媒体用中間体の外縁部における任意の3点についてその座標を計測して中間体中心を演算して特定する方法と比較して、中間体中心を短時間でしかも確実に容易に特定することができる。したがって、磁気記録媒体製造装置(インプリント装置)に対して磁気記録媒体用中間体を短時間で位置決めすることができる結果、ディスクリットトラック媒体の製造効率を一層向上させることができる。
- [0015] さらに、本発明に係る磁気記録媒体用スタンパーによれば、スタンパー中心を特定可能なスタンパー中心特定用マークを形成して磁気記録媒体用スタンパーを構成したことにより、例えば磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンにおける任意の凸部上の3点についてその座標を計測してスタンパー中心を演算して特定する方法と比較して、スタンパー中心を短時間でしかも確実に容易に特定することができる。したがって、磁気記録媒体製造装置(インプリント装置)に対して磁気記録媒体用スタンパーを短時間で位置決めすることができる結果、ディスクリットトラック媒体の製造効率を十分に向上させることができる。
- [0016] また、本発明に係る磁気記録媒体用スタンパーによれば、磁気記録媒体用スタンパーにおける中心部の一部を突出させた凸部、または中心部の一部を凹ませた凹

部でスタンパー中心特定用マークを構成したことにより、スタンパー中心特定用マークの位置を確実に認識させることができる。

[0017] さらに、本発明に係る磁気記録媒体用中間体によれば、中間体中心を特定可能な中間体中心特定用マークを形成して磁気記録媒体用中間体を構成したことにより、例えば磁気記録媒体用中間体の外縁部における任意の3点についてその座標を計測して中間体中心を演算して特定する方法と比較して、中間体中心を短時間でしかも確実かつ容易に特定することができる。したがって、磁気記録媒体製造装置（インプリント装置）に対して磁気記録媒体用中間体を短時間で位置決めすることができる結果、ディスクリートトラック媒体の製造効率を一層向上させることができる。

[0018] また、本発明に係る磁気記録媒体用中間体によれば、磁気記録媒体用中間体における中心部の一部を突出させた凸部、または中心部の一部を凹ませた凹部で中間体中心特定用マークを構成したことにより、中間体中心特定用マークの位置を確実に認識させることができる。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下、本発明に係る磁気記録媒体の製造方法、磁気記録媒体用スタンパーおよび磁気記録媒体用中間体の好適な実施の形態について、添付図面を参照して説明する。なお、以下の説明において参照する各図面では、本発明についての理解を容易とするために、各層の厚みの比や、凸部および凹部の幅、高さ、深さ等について、実際とは相違する比、幅、高さ、深さで図示している。

[0020] 最初に、本発明に係る磁気記録媒体の製造方法に従ってディスクリートトラック型磁気記録媒体（以下、「ディスクリートトラック媒体」ともいう）を製造する磁気記録媒体製造装置1の構成について、図面を参照して説明する。

[0021] 磁気記録媒体製造装置1は、図1に示すように、中間体製造装置2によって製造された磁気記録媒体用中間体（以下、「中間体」ともいう）Mと、スタンパー製造装置3によって製造された磁気記録媒体用スタンパー（以下、「スタンパー」ともいう）Sとを使用してディスクリートトラック媒体Dを製造可能に構成された製造装置であって、塗布装置11、インプリント装置12およびエッチング装置13を備えて構成されている。この場合、ディスクリートトラック媒体Dは、垂直磁気記録型の磁気記録媒体であって、

図2に示すように、下地層52、軟磁性層53、配向層54、記録層55(本発明における磁性層)、保護層56を直径21.6mm程度のガラス基材51(本発明における支持基材)上にこの順で積層して構成されている。また、ディスクリットトラック媒体Dには、配向層54に達する深さの複数の溝F、F・・・が同心円状に形成され、これにより、記録データを記録するための複数のディスクリットトラック(以下、「トラック」ともいう)T、T・・・が同心円状に形成されている。

[0022] また、図3に示すように、中間体Mは、下地層52、軟磁性層53、配向層54、記録層55および保護層56、57をガラス基材51上にこの順で積層して構成され、図4に示すように、全体として円板状に形成されている。この中間体Mの中心には、本発明における中間体中心特定用マークに相当するマークMmが形成されている。この場合、図3に示すように、マークMmは、中間体Mにおける中心部の一部を凹ませて形成された直径99.8 $\mu$ m程度、深さ29.9 $\mu$ m程度の円形凹部で構成されている。また、図5に示すように、スタンパーSは、導電膜63および金属膜64を積層して構成され、図6に示すように、全体として円板状に形成されている。また、スタンパーSの表面には、後述するように中間体M上にマスク58を形成するための同心円状の凹凸パターン(一例として、形成ピッチが150nm程度の凹凸パターン)が形成されると共に、その中心には、本発明におけるスタンパー中心特定用マークに相当するマークSmが形成されている。この場合、図5に示すように、マークSmは、スタンパーSにおける中心部の一部を凹ませて形成された直径90 $\mu$ m程度、深さ0.2 $\mu$ m程度の円形凹部で構成されている。

[0023] 一方、塗布装置11は、中間体Mの上にレジストをスピコートすることによってレジスト層58a(本発明における樹脂層の一例:図18参照)を形成する。インプリント装置12は、図1に示すように、出願人が提案している転写装置(2)の加熱ステージと同様に構成されたプレス用ベース部12aと、転写装置(2)のプレス機構と同様に構成されたプレス用ヘッド部12bとを備えている。このインプリント装置12は、塗布装置11によって形成されたレジスト層58aにスタンパーSを押し付けることによってスタンパーSの凹凸パターンをレジスト層58aに転写して中間体M上にマスク58(図21参照)を形成する。エッチング装置13は、インプリント装置12によって形成されたマスクを使用して

中間体Mをエッチングすることにより、中間体Mに溝F、F・・を形成してディスクリットトラック媒体Dを製造する。なお、エッチング装置13は、実際には、酸素ガスまたはオゾンガスを用いたプラズマによるドライエッチングを行うエッチング装置と、 $\text{CF}_4$ ガスまたは $\text{SF}_6$ ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングを行うエッチング装置と、 $\text{NII}_3$ ガスが添加されたCOガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングを行うエッチング装置と、 $\text{SF}_6$ ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングを行うエッチング装置とを備えて構成されている。

[0024] 次に、中間体製造装置2の構成、および中間体製造装置2によって中間体Mを製造する製造方法について、図面を参照して説明する。

[0025] 中間体製造装置2は、図7に示すように、射出成形機21、研磨装置22および成膜装置23〜25を備えて構成されている。射出成形機21は、円板状のガラス板51a(図8参照)を成形する。研磨装置22は、射出成形機21によって成形されたガラス板51aの表裏両面を研磨することによってガラス基材51を製作する。成膜装置23は、例えばスパッタリング法によって下地層52、軟磁性層53、配向層54および記録層55をこの順でガラス基材51上に成膜する。成膜装置24は、例えばCVD法によって記録層55上に保護層56を成膜する。成膜装置25は、例えばスパッタリング法によって保護層56上に保護層57を成膜して中間体Mを製造する。

[0026] この中間体製造装置2によって中間体Mを製造する際には、まず、射出成形機21によって厚み0.50mm程度の円板状のガラス板51aを成形する。この際に、図8に示すように、ガラス板51aの中心には、直径100 $\mu\text{m}$ 程度、深さ150 $\mu\text{m}$ 程度の円形凹部51mが形成される。また、射出成形機21によって成形されたガラス板51aは、その表面に極く小さな凹凸が存在する状態(僅かに荒れた状態)となっている。次いで、研磨装置22が同図に示す破線の部位までガラス板51aの表面を0.12mm程度研磨することによって厚み0.38mm程度のガラス基材51を製作する。この際に、研磨装置22によってガラス板51aの表面が研磨されることにより、円形凹部51mの深さが30 $\mu\text{m}$ 程度となる。続いて、図9に示すように、成膜装置23がガラス基材51の表面(円形凹部51mが形成された面)に下地層52、軟磁性層53、配向層54および記録層55をこの順で成膜する。この際に、成膜装置23は、ガラス基材51上にCr(クロム)



またはCr合金をスパッタリングすることによって厚み10nm〜200nm程度の下地層52を成膜する。また、成膜装置23は、下地層52上にFe(鉄)またはCo(コバルト)をスパッタリングすることによって厚み50nm〜300nm程度の軟磁性層53を成膜する。さらに、成膜装置23は、軟磁性層53上にCoO、MgOおよびNiOのいずれかをスパッタリングすることによって厚み3nm〜30nm程度の配向層54を成膜する。また、成膜装置23は、配向層54上にCoCrPt(コバルトクロムプラチナ)を含むCo合金、またはCoをスパッタリングすることによって厚み10nm〜30nm程度の記録層55を成膜する。この場合、軟磁性層53、配向層54および記録層55を成膜するための材料は、上記に例示した材料に限定されず、各種材料を適宜選定することができる。

[0027] この場合、ガラス基材51の中心に円形凹部51mが形成されているため、成膜装置23によってガラス基材51上に各層を順に成膜した際には、ガラス基材51の厚み方向で円形凹部51mと重なる部位がそれぞれ凹んで、直径99.8 $\mu$ m程度、深さ29.9 $\mu$ m程度の円形凹部55mが記録層55に形成される。次に、図10に示すように、成膜装置24が記録層55の上にCVD法によってダイヤモンドライクカーボン(炭素を主成分とするアモルファス構造で、ビッカース硬度測定による測定値(硬度)が200〜8000kgf/mm<sup>2</sup>程度の材料)を堆積させることにより、厚み1〜5nmの保護層56を成膜する。この際に、記録層55に円形凹部55mが形成されているため、成膜装置24によって記録層55上に保護層56を成膜した際には、ガラス基材51の厚み方向で円形凹部55mと重なる部位が凹んで、直径99.8 $\mu$ m程度、深さ29.9 $\mu$ m程度の円形凹部56mが保護層56に形成される。次いで、成膜装置25が保護層56の上にTiN(窒化チタン)をスパッタリングすることにより、図3に示すように、厚み10〜50nmの保護層57を成膜する。この際に、保護層56に円形凹部56mが形成されているため、成膜装置25によって保護層56上に保護層57を成膜した際には、ガラス基材51の厚み方向で円形凹部56mと重なる部位が凹んで、直径99.8 $\mu$ m程度、深さ29.9 $\mu$ m程度の円形凹部(マークMm)が保護層57に形成される。これにより、同図に示すように、中間体Mが完成する。

[0028] 次いで、スタンパー製造装置3の構成、およびスタンパー製造装置3によってスタンパーSを製造する製造方法について、図面を参照して説明する。

[0029] スタンパー製造装置3は、図11に示すように、塗布装置31、描画装置32、現像装置33、エッチング装置34、成膜装置35および電鍍装置36を備えて構成されている。塗布装置31は、その表面に導電処理が施されたガラス基材61上に例えばスピコート法によってレジストを塗布してレジスト層62aを形成する(図12参照)。描画装置32は、塗布装置31によって形成されたレジスト層62aに電子線EBを照射することによって潜像62bを形成する(図12参照)。現像装置33は、描画装置32による潜像62bの形成が完了したレジスト層62aを現像することによってガラス基材61上にマスク62を形成する(図13参照)。エッチング装置34は、現像装置33によって形成されたマスク62を使用してガラス基材61に凹部61a、61a・・を形成する(図14参照)。成膜装置35は、凹部61aが形成されたガラス基材61を覆うようにして導電膜63を形成する(図15参照)。電鍍装置36は、電解めっき処理によって導電膜63の上に金属膜64を形成する(図16参照)。

[0030] このスタンパー製造装置3によるスタンパーSの製造に際しては、まず、図12に示すように、塗布装置31がスピコート法によってガラス基材61の上にレジスト(一例として、日本ゼオン(株)製 ZEP520A:ポジ型レジスト)を塗布して、一例として厚み200nm程度のレジスト層62aを形成する。次に、例えば180℃で5分程度のベーク処理を実行してレジスト層62aを硬化させた後に、この状態のガラス基材61を描画装置32にセットする。次いで、描画装置32が、スタンパーSの凹凸パターンにおける凸部を形成すべき部位に、パターンニング用の電子線EBを照射する。これにより、同心円状の潜像62b、62b・・がレジスト層62aに形成される。次に、現像装置33が、この状態のレジスト層62aを現像することにより、図13に示すように、潜像62bの部位を除去してガラス基材61の表面の一部を露出させる。この際に、現像液として、例えば、商品名ZED-N50(日本ゼオン(株)製)を用い、現像液を例えば26℃にして基材を3分間浸漬する。これにより、ガラス基材61の上にマスク62(レジストパターン)が形成される。この場合、このスタンパー製造装置3では、描画装置32および現像装置33によるマスク62の形成に際して、一例として、その直径が90  $\mu$ m程度で深さ0.2  $\mu$ mの円柱状の凸部62mをガラス基材61の中心に形成する。次いで、この状態のガラス基材61を例えば23℃(室温)のリンス液(一例として、商品名ZMD-D(日本ゼオ

ン(株)製))に浸した後に、窒素ガスを吹き付けることによってマスク62を乾燥させる。

[0031] 次に、図14に示すように、エッチング装置34が、マスク62を使用してガラス基材61をエッチングする。この際には、ガラス基材61におけるマスク62によって覆われていない部位がエッチングされてガラス基材61の表面に凹部が形成されて、深さ200nm程度、幅100nm程度の同心円状の凹部61a、61a・・がガラス基材61に形成される。また、ガラス基材61の中心には、マスク62の凸部62mによって覆われていた部位に、その直径が90 $\mu$ m程度で高さが0.2 $\mu$ m程度の円柱状の凸部61mが形成される。次いで、この状態のガラス基材61をレジスト剥離液に浸すことにより、ガラス基材61上に残留しているマスク62を除去する。次に、図15に示すように、成膜装置35がガラス基材61の表面(凹部61a、61a・・等が形成された面)にNi(ニッケル)を蒸着することにより、厚みが30nm程度の導電膜63を成膜する。次いで、図16に示すように、電鍍装置36が、導電膜63を電極として使用して電解めっき処理(析出処理)を実行することにより、導電膜63の上に厚み300 $\mu$ m程度の金属膜(電解ニッケル膜)64を形成する。続いて、図17に示すように、導電膜63および金属膜64の積層体をガラス基材61から剥離することにより、図5に示すように、スタンパーSが完成する。この場合、ガラス基材61の中心に円柱状の凸部61mが形成されているため、完成したスタンパーSの中心部には、直径が90 $\mu$ m程度で深さが0.2 $\mu$ m程度の円形凹部(マークSm)が形成される。

[0032] 続いて、磁気記録媒体製造装置1によって中間体MおよびスタンパーSを使用してディスクリートトラック媒体Dを製造する製造方法について、図面を参照して説明する。

[0033] まず、図18に示すように、塗布装置11が中間体Mの上に例えばレジスト(一例として、住友化学工業(株)製 NEB22A:ネガ型レジスト)をスピコートすることにより、厚み100nm程度のレジスト層58aを形成する。この際に、中間体M(保護層57)に直径99.8 $\mu$ m程度、深さ29.9 $\mu$ m程度のマークMm(円形凹部)が形成されているため、塗布装置11によって中間体M上にレジスト層58aを形成した際には、ガラス基材51の厚み方向でマークMmと重なる部位が凹んで、直径99.6 $\mu$ m程度、深さ29.8 $\mu$ m程度の円形凹部58mがレジスト層58aに形成される。次に、例えば180℃

で5分程度のベーク処理を実行してレジスト層58aを硬化させる。

[0034] 次いで、レジスト層58aの硬化が完了した中間体Mをインプリント装置12のプレス用ベース部12aにセットする。この際には、まず、例えば工場顕微鏡を用いて中間体M(レジスト層58a)の表面を観察することにより、中間体Mの中心を特定する。この場合、レジスト層58aの表面に円形凹部58mが形成されているため、この円形凹部58mの位置(すなわち、中間体MのマークMmの位置)に基づいて中間体Mの中心を特定することが可能となる。したがって、工場顕微鏡を用いて中間体Mの外縁部における任意の3点の座標を求めて中心を演算する方法と比較して、約1/5程度の時間で中間体Mの中心を特定することが可能となる。次に、図19に示すように、特定した中心がプレス用ベース部12aの基準位置P1に対して中間体Mの厚み方向で一致するように中間体Mの位置を微調整した後に、中間体Mをプレス用ベース部12aに固定する。これにより、中間体Mのセットが完了する。

[0035] 次いで、凹凸パターンの形成面を下向きにしてスタンパーSをインプリント装置12のプレス用ヘッド部12bにセットする。この際には、まず、例えば工場顕微鏡を用いてスタンパーSの表面を観察することにより、スタンパーSの中心を特定する。この場合、スタンパーSの中心にマークSmが形成されているため、このマークSmの位置に基づいてスタンパーSの中心を特定することが可能となる。したがって、工場顕微鏡を用いてスタンパーSにおける凹凸パターンの任意の凸部について任意の3点の座標を求めて中心を演算する方法と比較して、約1/5程度の時間でスタンパーSの中心を特定することが可能となる。次に、特定した中心がプレス用ヘッド部12bの基準位置P2に対してスタンパーSの厚み方向で一致するようにスタンパーSの位置を微調整した後に、スタンパーSをプレス用ヘッド部12bに固定する。これにより、スタンパーSのセットが完了する。

[0036] 次に、インプリント装置12が中間体M(レジスト層58a)およびスタンパーSを加熱する。この際に、中間体M上のレジスト層58aがプレス用ベース部12aによってガラス転移点以上の温度(一例として、170℃程度)に加熱される。次いで、プレス用ヘッド部12bがプレス用ベース部12a上の中間体M(レジスト層58a)に向けてスタンパーSを移動させ、図20に示すように、スタンパーSの凹凸パターンにおける凸部をレジスト

層58aに押し込む。この際に、インプリント装置12は、プレス用ヘッド部12bの基準位置P2がプレス用ベース部12aの基準位置P1に対して中間体Mの厚み方向で一致するようにスタンパーSを中間体Mに向けて移動させる。この結果、中間体MのマークMmとスタンパーSのSmとが中間体Mの厚み方向において一致させられる。また、インプリント装置12は、一例として、170kg/平方cmの圧力でスタンパーSを押圧する。この結果、ガラス転移点まで加熱されているレジスト(レジスト層58a)がスタンパーSの凹凸パターンにおける凹部内に入り込む。続いて、プレス用ベース部12aおよびプレス用ヘッド部12bによる中間体MおよびスタンパーSの加熱を停止させてレジスト層58aなどを所定温度(一例として、50℃程度)まで低下させた後に、プレス用ヘッド部12bがレジスト層58aからスタンパーSを引き剥がす。これにより、図21に示すように、レジスト層58aにスタンパーSの凹凸パターンが転写されてマスク58が中間体M上に形成される。

[0037] 次いで、エッチング装置13が、酸素ガスまたはオゾンガスを用いたプラズマによって中間体M上のマスク58全体を均一にドライエッチングする。この際には、マスク58の凹凸パターンにおける凹部底面のレジストが除去されてマスク58から保護層57が露出する。続いて、エッチング装置13は、 $\text{CF}_4$ ガスまたは $\text{SF}_6$ ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングによって、マスク58から露出している保護層57をエッチングする。この際には、図22に示すように、保護層56と記録層55の一部とが保護層57と共にエッチングされて記録層55に達する深さの溝F、F・・が形成される。また、この際には、マスク58の大半が消失する。次に、エッチング装置13は、 $\text{NH}_3$ ガスが添加されたCOガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングによって記録層55をエッチングすることにより、配向層54に達する深さの溝F、F・・を形成する。この後、エッチング装置13は、 $\text{SF}_6$ ガスを反応ガスとする反応性イオンエッチングを実行することにより、保護層56上に残留している保護層57を除去する。これにより、図2に示すように、ディスクリットトラック媒体Dが完成する。

[0038] このように、このディスクリットトラック媒体Dの製造方法によれば、スタンパーSに形成されているマークSmに基づいて特定したスタンパーSの中心と中間体Mの中心とを中間体Mの厚み方向で一致させるように重ね合わせてレジスト層58aにスタンパー

Sの凹部パターンを転写することにより、例えばスタンパーSの凹部パターンにおける任意の凹部上の3点についてその座標を計測してスタンパーSの中心を演算して特定する方法と比較して、スタンパーSの中心を短時間でしかも確実かつ容易に特定することができる。したがって、インプリント装置12に対してスタンパーSを短時間で位置決めすることができる結果、ディスクリットトラック媒体Dの製造効率を十分に向上させることができる。

[0039] また、このディスクリットトラック媒体Dの製造方法によれば、マークMmに基づいて中間体Mの中心を特定することにより、例えば中間体Mの外縁部における任意の3点についてその座標を計測して中間体Mの中心を演算して特定する方法と比較して、中間体Mの中心を短時間でしかも確実かつ容易に特定することができる。したがって、インプリント装置12に対して中間体Mを短時間で位置決めすることができる結果、ディスクリットトラック媒体Dの製造効率を一層向上させることができる。

[0040] この場合、本発明の実施の形態に係るスタンパーSによれば、その中心部の一部を凹ませた円形凹部でマークSmを構成したことにより、マークSmの位置を確実に認識させることができる。

[0041] また、本発明の実施の形態に係る中間体Mによれば、その中心部の一部を凹ませた円形凹部でマークMmを構成したことにより、マークMmの位置を確実に認識させることができる。

[0042] なお、本発明は、上記した発明の実施の形態に限らず、適宜変更が可能である。例えば、本発明の実施の形態では、中間体MのマークMmおよびスタンパーSのマークSmをそれぞれ円形凹部で構成した例について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、図23に示す中間体Mxのように、ディスクリットトラック媒体Dの製造時に中間体Mxの中心を特定可能とするために、その中心に円柱状(凸状)のマークMmxを形成する構成を採用することができる。このマークMmxについては、その中心に高さ0.2  $\mu$ m程度の凸部51mxが形成されたガラス基材51x上に下地層52、軟磁性層53、配向層54、記録層55および保護層56、57を順に成膜することにより、ガラス基材51xの厚み方向で凸部51mxに重なる部位を突出させることによって形成することができる。また、例えば、図24に示すスタンパーSxのように、ディスクリ

ートラック媒体Dの製造時にスタンパーSxの中心を特定可能とするために、その中心に円柱状(凸状)のマークSmxを形成する構成を採用することができる。

[0043] さらに、本発明の実施の形態では、円形凹部で構成したマークMmを有する中間体M、および円形凹部で構成したマークSmを有するスタンパーSを例に挙げて説明したが、本発明における中間体中心特定用マークおよびスタンパー中心特定用マークの形状はこれに限定されず、例えば図25に示すマークMm1, Sm1のように、中間体M(スタンパーS)の中心部の一部を「+」字状に突出させて(または凹ませて)中心位置を特定可能に形成することができる。また、本発明における中間体中心特定用マークおよびスタンパー中心特定用マークは、中間体Mの中心およびスタンパーSの中心を特定可能である限り、中心点にマークが存在する必要はない。具体的には、図26に示すように、例えば上記のマークMm1, Sm1における交点部分(中間体中心およびスタンパー中心を示す部分)が存在しないマークMm2, Sm2によって中心位置を特定させる構成を採用することができる。さらに、本発明における中間体中心特定用マークおよびスタンパー中心特定用マークは、中間体M(スタンパーS)の中心部の一部を突出させて(または凹ませて)形成したものに限定されず、例えば保護層57の一部をその周囲とは区別(識別)可能に改質して中間体中心特定用マークを形成した構成を採用することができる。

[0044] また、本発明の実施の形態において説明したマークMmおよびマークSmの直径や深さは、あくまでも例示であって、これに限定されるものではない。さらに、本発明の実施の形態では、円板状のガラス基材51を支持基材として使用した中間体Mを用いてディスクリートラック媒体Dを製造する例について説明したが、本発明はこれに限定されず、セラミック基材や金属製基材などの各種支持基材を使用した中間体Mを用いてディスクリートラック媒体Dを製造することができる。また、本発明の実施の形態では、ガラス基材61を支持基材として使用してスタンパーSを製造する製造方法を例に挙げて説明したが、本発明における磁気記録媒体用スタンパーの製造方法はこれに限定されず、セラミック基材や金属製基材などの各種支持基材を使用してスタンパーSを製造することができる。この場合、絶縁性材料で形成された支持基材(セラミック基材等)を使用すると共に電子線EBを照射してレジスト層62aに潜像6

2bを形成する製造方法を採用するときには、電子線EBの照射時におけるチャージアップを回避するために、支持基材の表面に導電処理を施すのが好ましい。

- [0045] さらに、本発明の実施の形態では、スタンパーSの製造に際して成膜装置35がガラス基材61の表面にNi(ニッケル)を蒸着することによって導電膜63を成膜する例について説明したが、本発明における磁気記録媒体用スタンパーの製造方法はこれに限定されず、無電解めっき処理やスパッタリングによって導電膜63を形成することもできる。また、本発明の実施の形態では、中間体Mの中心について、マークMmに基づいて特定する製造方法について説明したが、本発明はこれに限定されず、例えば、中間体Mの外縁部における任意の3点の座標を求めて中心を演算して特定することもできる。

#### 産業上の利用可能性

- [0046] 以上のように、この発明に係る磁気記録媒体の製造方法によれば、磁気記録媒体用スタンパーに形成されているスタンパー中心特定用マークに基づいて特定したスタンパー中心と磁気記録媒体用中間体の中間体中心とを磁気記録媒体用中間体の厚み方向で一致させるように重ね合わせて樹脂層に磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンを転写することにより、例えば磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンにおける任意の凸部上の3点についてその座標を計測してスタンパー中心を演算して特定する方法と比較して、スタンパー中心を短時間でしかも確実かつ容易に特定することができる。したがって、磁気記録媒体製造装置(インプリント装置)に対して磁気記録媒体用スタンパーを短時間で位置決めすることができる。これにより、ディスクリートラック媒体の製造効率を十分に向上させ得る磁気記録媒体の製造方法が実現される。

#### 図面の簡単な説明

- [0047] [図1]本発明の実施の形態に係る磁気記録媒体製造装置1の構成を示すブロック図である。
- [図2]磁気記録媒体製造装置1によって製造したディスクリートラック媒体Dの構成を示す断面図である。
- [図3]本発明の実施の形態に係る中間体Mの構成を示す断面図である。



[図4]中間体Mの外観斜視図である。

[図5]本発明の実施の形態に係るスタンパーSの構成を示す断面図である。

[図6]スタンパーSの外観斜視図である。

[図7]本発明の実施の形態に係る中間体製造装置2の構成を示すブロック図である。

[図8]射出成形機21によって成形されたガラス板51aの断面図である。

[図9]下地層52、軟磁性層53、配向層54、記録層55をガラス基材51上にこの順で形成した状態の断面図である。

[図10]記録層55上に保護層56を形成した状態の断面図である。

[図11]本発明の実施の形態に係るスタンパー製造装置3の構成を示すブロック図である。

[図12]ガラス基材61上にレジスト層62aを形成した状態の断面図である。

[図13]レジスト層62aを現像してマスク62を形成した状態の断面図である。

[図14]マスク62を使用してガラス基材61をエッチングして凹部61a, 61a・・を形成した状態の断面図である。

[図15]凹部61a, 61a・・が形成されたガラス基材61に導電膜63を成膜した状態の断面図である。

[図16]導電膜63の上に金属膜64を形成した状態の断面図である。

[図17]導電膜63および金属膜64の積層体(スタンパーS)をガラス基材61から剥離した状態の断面図である。

[図18]中間体M上にレジストを塗布してレジスト層58aを形成した状態の断面図である。

[図19]中間体MのマークMm(レジスト層58aの円形凹部58m)とプレス用ベース部12aの基準位置P1とを一致させると共に、スタンパーSのマークSmとプレス用ヘッド部12bの基準位置P2とを一致させた状態の断面図である。

[図20]中間体M上のレジスト層58aにスタンパーSの凹凸パターンにおける凸部を押し込んだ状態の断面図である。

[図21]図20に示す状態のスタンパーSをレジスト層58aから引き剥がした状態の断面図である。

[図22]マスク58を使用して中間体Mをエッチングした状態の断面図である。

[図23]本発明の他の実施の形態に係る中間体M<sub>x</sub>の断面図である。

[図24]本発明の他の実施の形態に係るスタンパーS<sub>x</sub>の断面図である。

[図25]本発明における中間体中心特定用マークおよびスタンパー中心特定用マークの他の一例であるマークM<sub>m1</sub>, S<sub>m1</sub>の平面図である。

[図26]本発明における中間体中心特定用マークおよびスタンパー中心特定用マークのさらに他の一例であるマークM<sub>m2</sub>, S<sub>m2</sub>の平面図である。

### 符号の説明

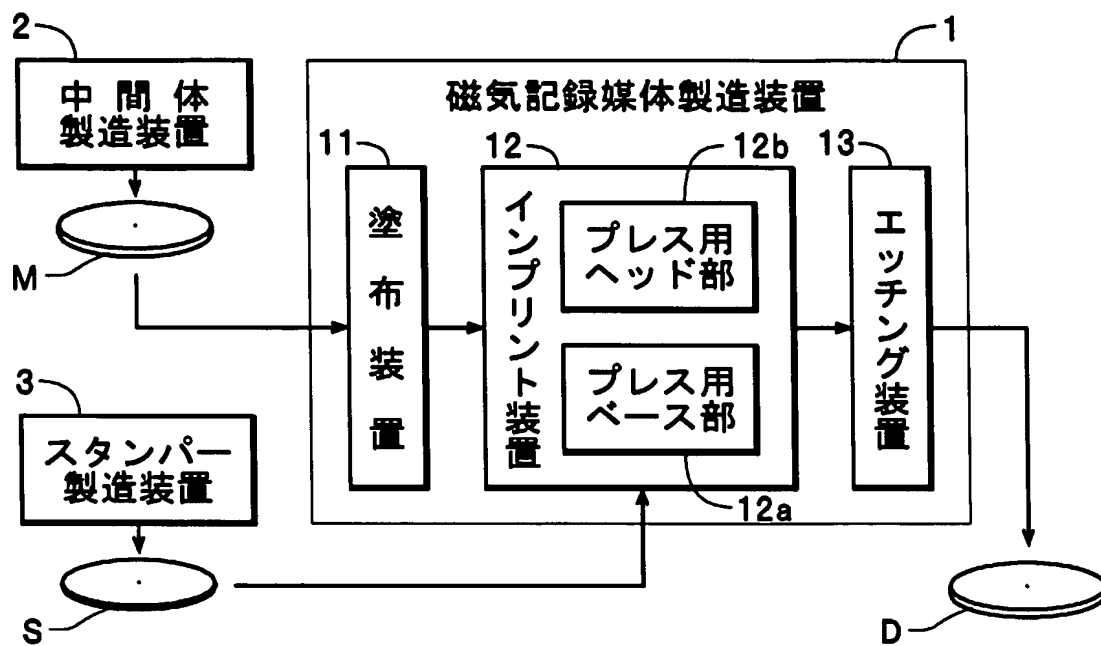
- [0048]
- 1 磁気記録媒体製造装置
  - 2 中間体製造装置
  - 3 スタンパー製造装置
  - 11 塗布装置
  - 12 インプリント装置
  - 13 エッチング装置
  - 51 ガラス基材
  - 55 記録層
  - 58 マスク
  - 58a レジスト層
  - D ディスクリートトラック媒体
  - M, M<sub>x</sub> 中間体
  - M<sub>m</sub>, M<sub>m<sub>x</sub></sub>, M<sub>m1</sub>, M<sub>m2</sub>, S<sub>m</sub>, S<sub>m<sub>x</sub></sub>, S<sub>m1</sub>, S<sub>m2</sub> マーク
  - S, S<sub>x</sub> スタンパー

### 請求の範囲

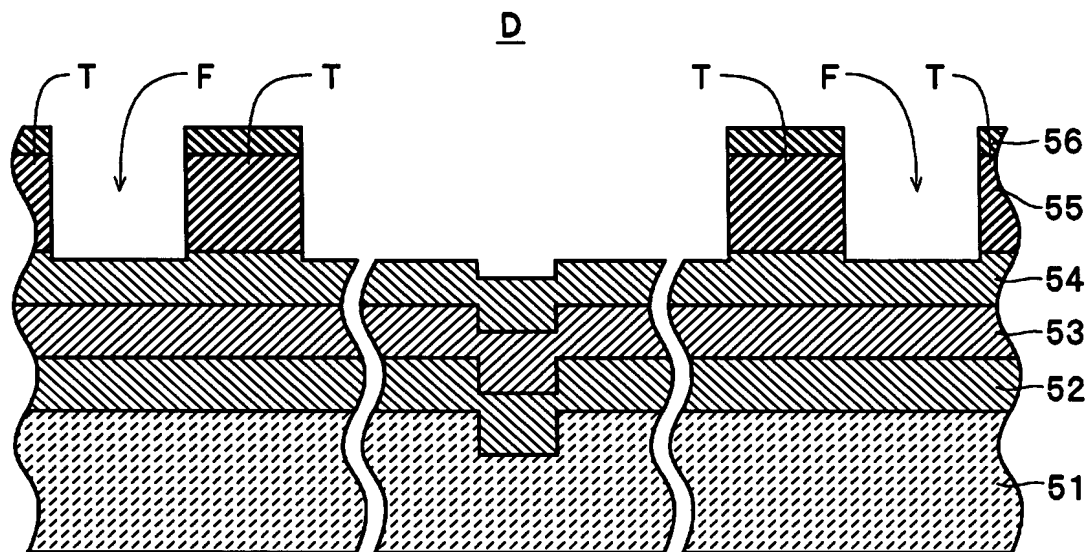
- [1] 支持基材上に磁性層が形成された平板状の磁気記録媒体用中間体上に樹脂層を形成すると共に当該磁気記録媒体用中間体の中間体中心を特定し、当該特定した中間体中心と磁気記録媒体用スタンパーに形成されているスタンパー中心特定用マークに基づいて特定したスタンパー中心とを前記磁気記録媒体用中間体の厚み方向で一致させるようにして当該磁気記録媒体用中間体に当該磁気記録媒体用スタンパーを重ね合わせて前記樹脂層に当該磁気記録媒体用スタンパーの凹凸パターンを転写し、当該凹凸パターンを転写した前記樹脂層を使用して前記磁気記録媒体用中間体の前記磁性層に凹部を形成してディスクリートラック型磁気記録媒体を製造する磁気記録媒体の製造方法。
- [2] 前記中間体中心を特定可能な中間体中心特定用マークが形成された前記磁気記録媒体用中間体を使用して、前記中間体中心特定用マークに基づいて特定した前記中間体中心と前記スタンパー中心とを前記厚み方向で一致させるようにして前記磁気記録媒体用中間体に前記磁気記録媒体用スタンパーを重ね合わせて前記樹脂層に凹凸パターンを転写する請求項1記載の磁気記録媒体の製造方法。
- [3] ディスクリートラック型磁気記録媒体を製造するための凹凸パターンが形成されると共にその中心を特定可能なスタンパー中心特定用マークが形成されている磁気記録媒体用スタンパー。
- [4] 前記スタンパー中心特定用マークは、当該磁気記録媒体用スタンパーにおける中心部の一部を突出させた凸部、および当該磁気記録媒体用スタンパーにおける中心部の一部を凹ませた凹部のいずれか一方で構成されている請求項3記載の磁気記録媒体用スタンパー。
- [5] ディスクリートラック型磁気記録媒体を製造可能に支持基材上に磁性層が形成されると共にその中心を特定可能な中間体中心特定用マークが形成されている磁気記録媒体用中間体。
- [6] 前記中間体中心特定用マークは、当該磁気記録媒体用中間体における中心部の一部を突出させた凸部、および当該磁気記録媒体用中間体における中心部の一部を凹ませた凹部のいずれか一方で構成されている請求項5記載の磁気記録媒体用

中間体。

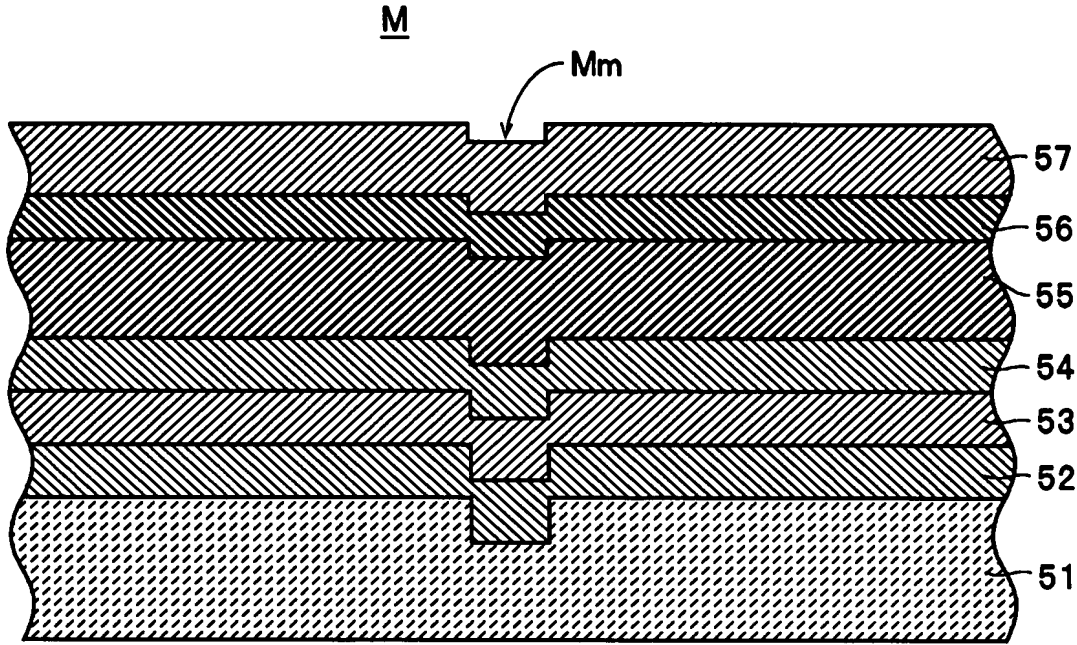
[図1]



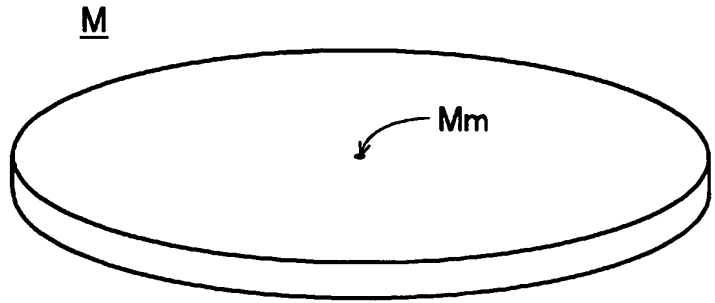
[図2]



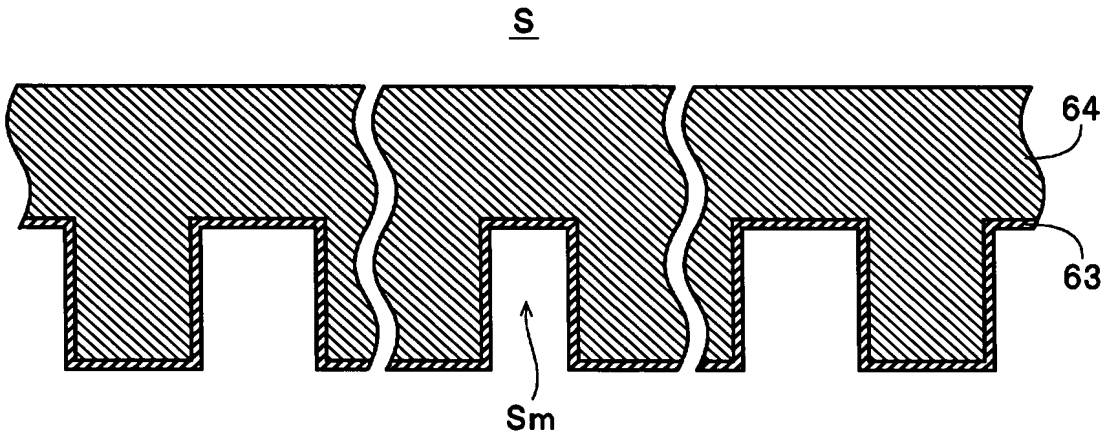
[図3]



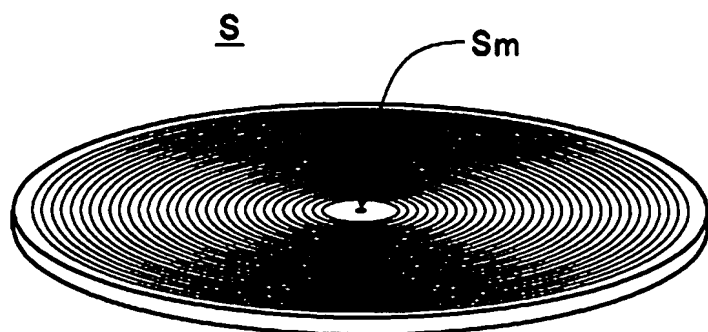
[図4]



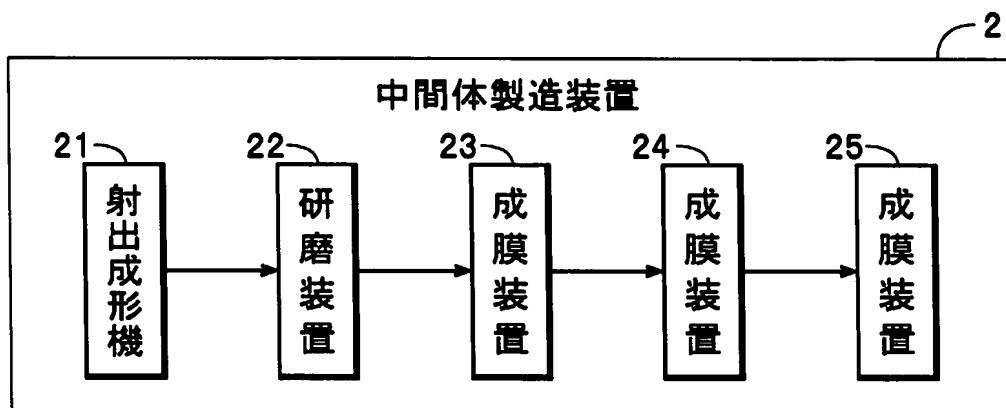
[図5]



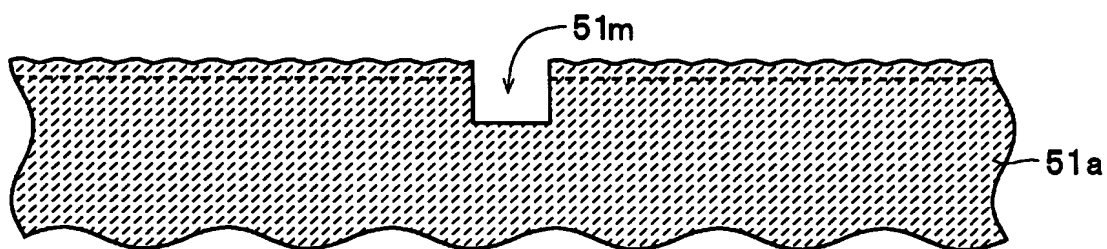
[図6]



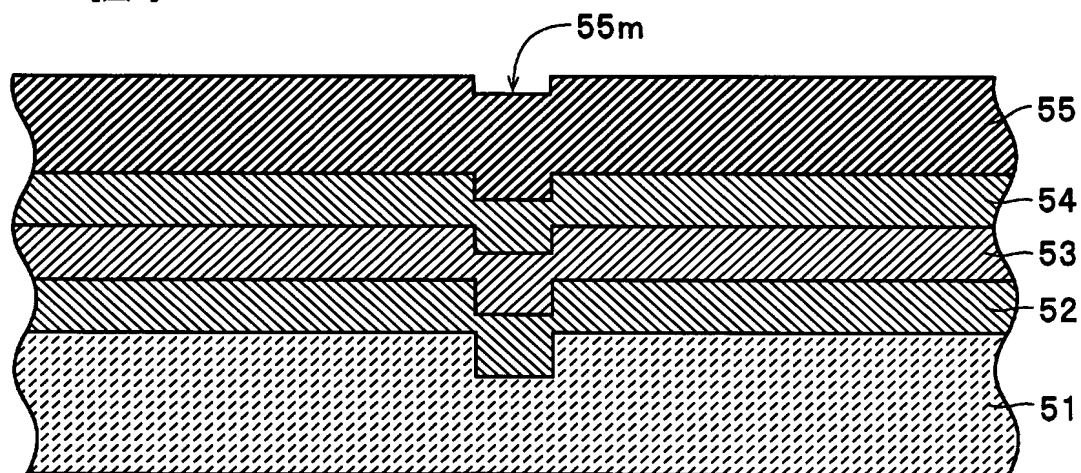
[図7]



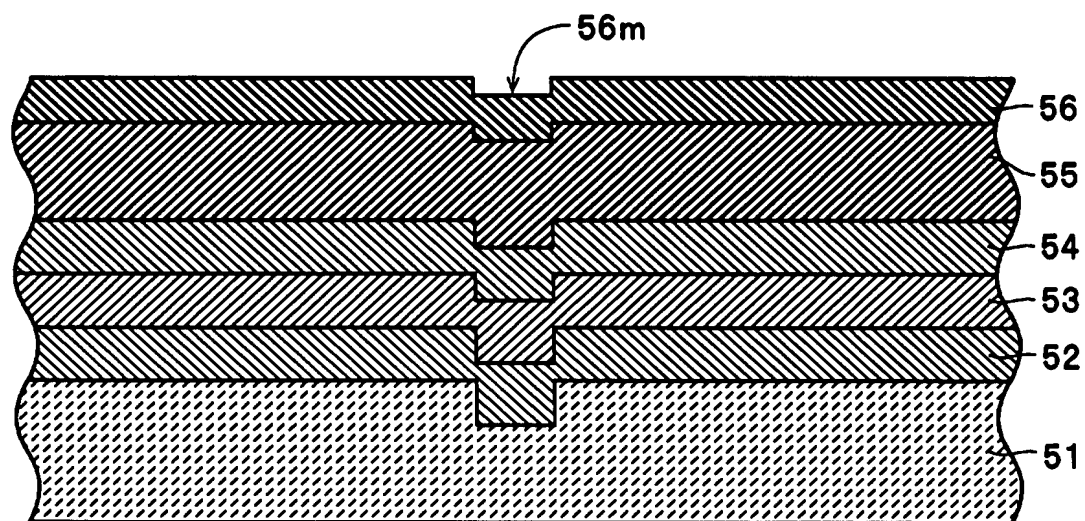
[図8]



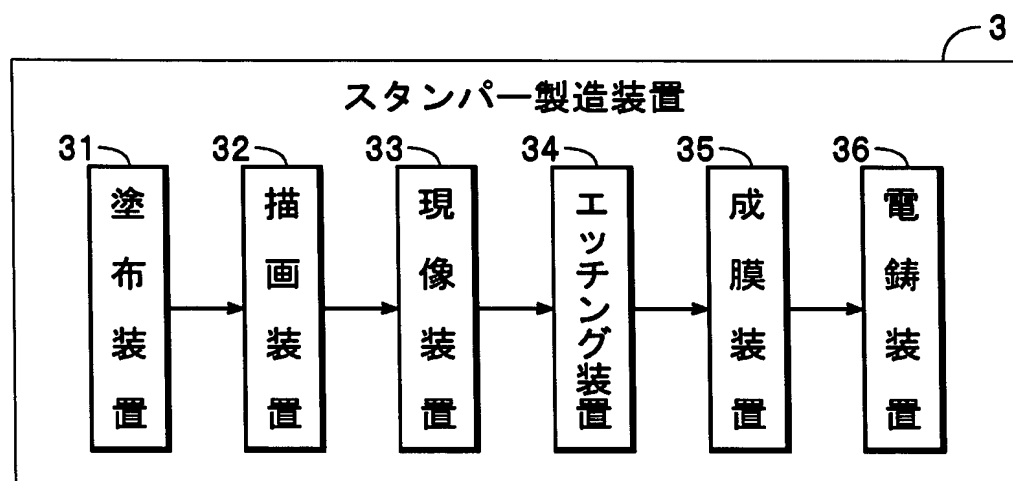
[図9]



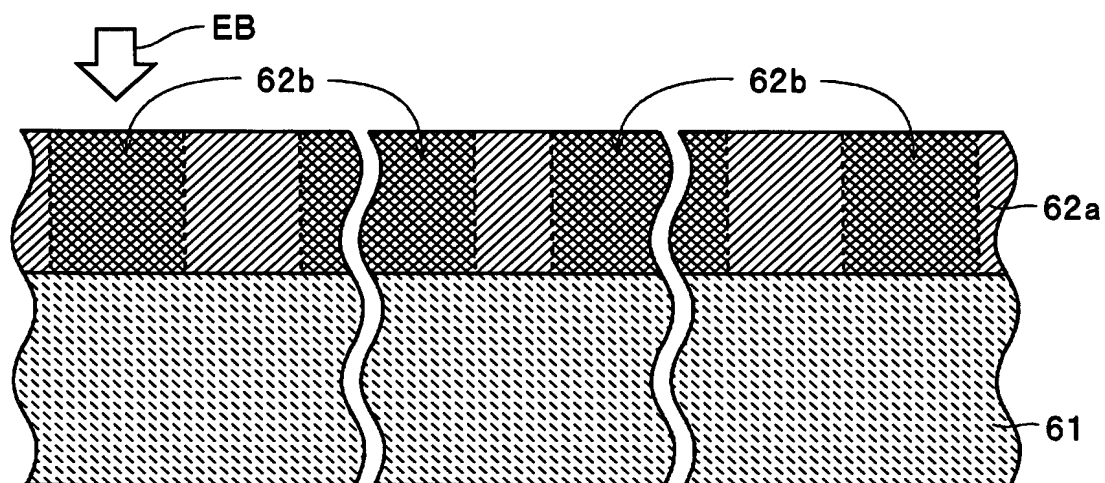
[図10]



[図11]

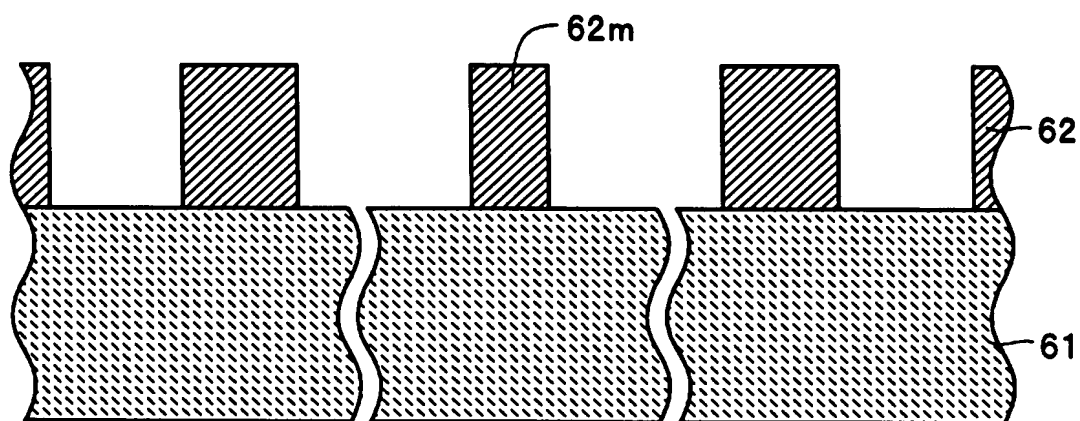


[図12]

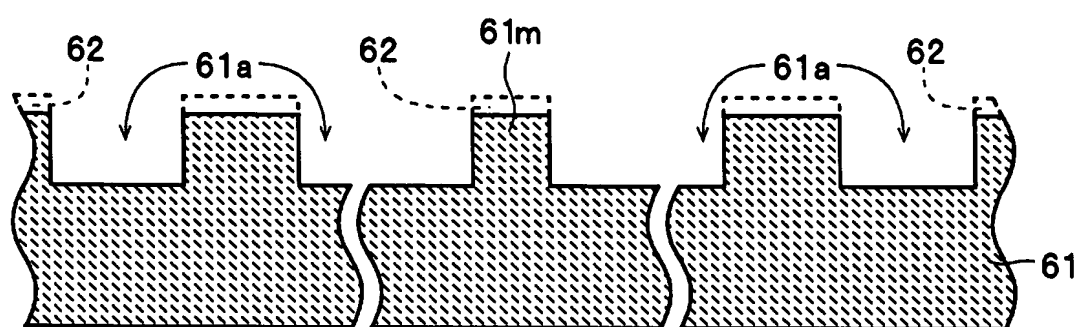




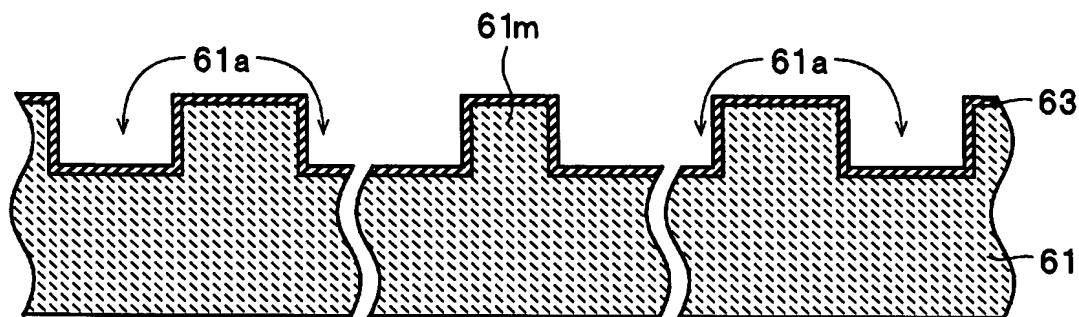
[図13]



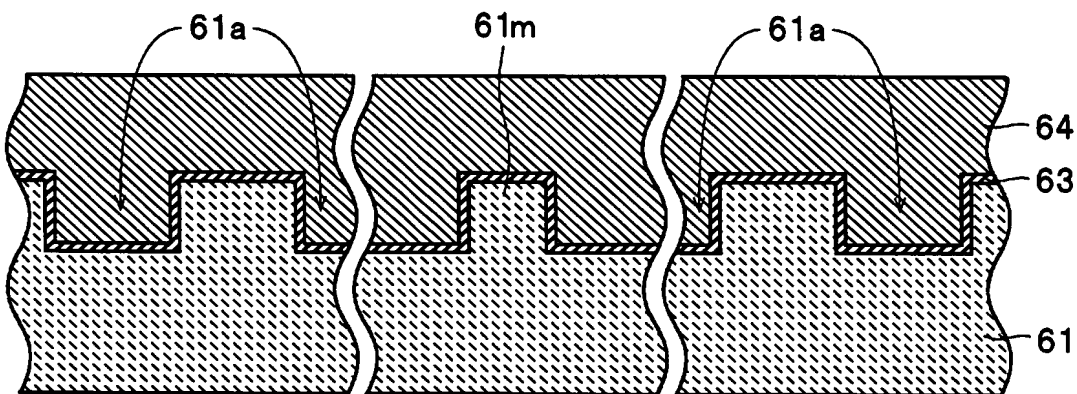
[図14]



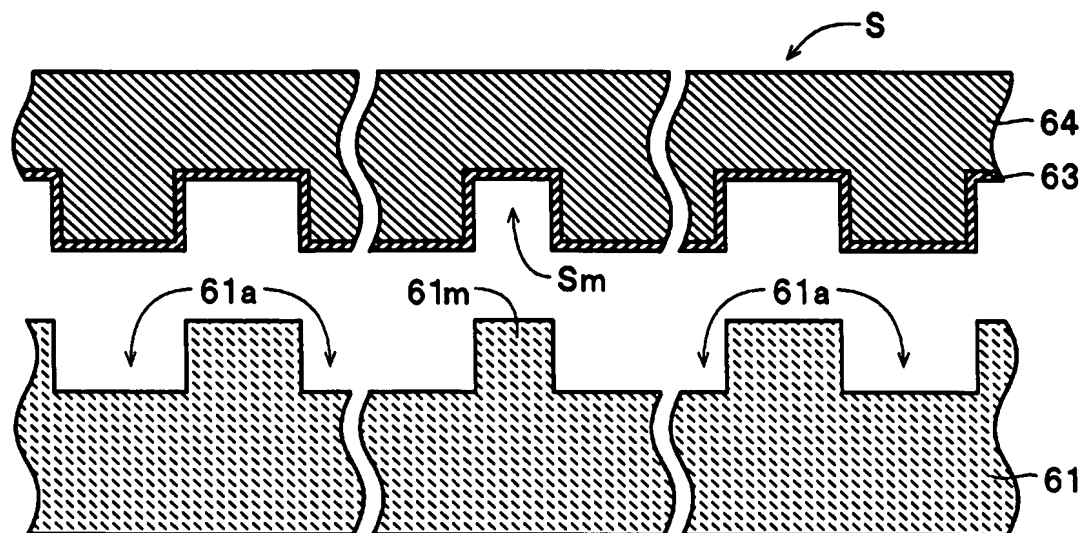
[図15]



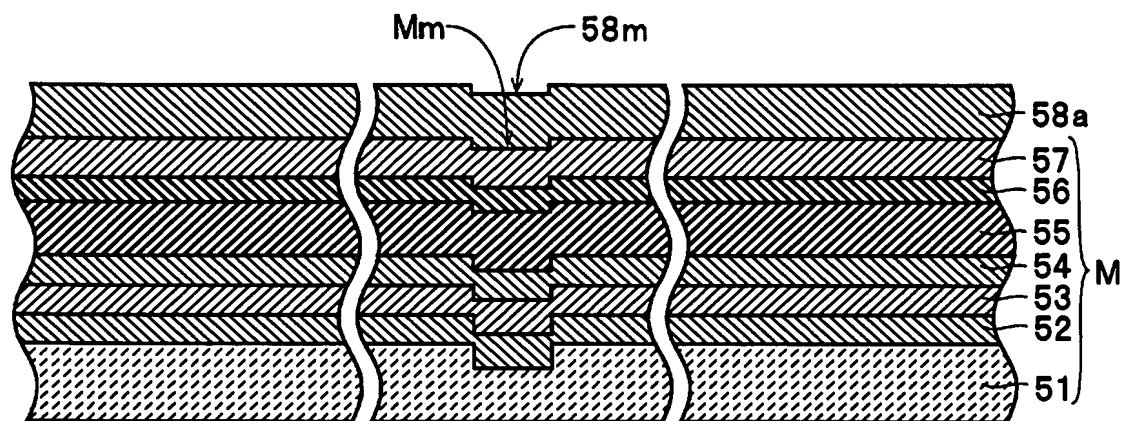
[図16]



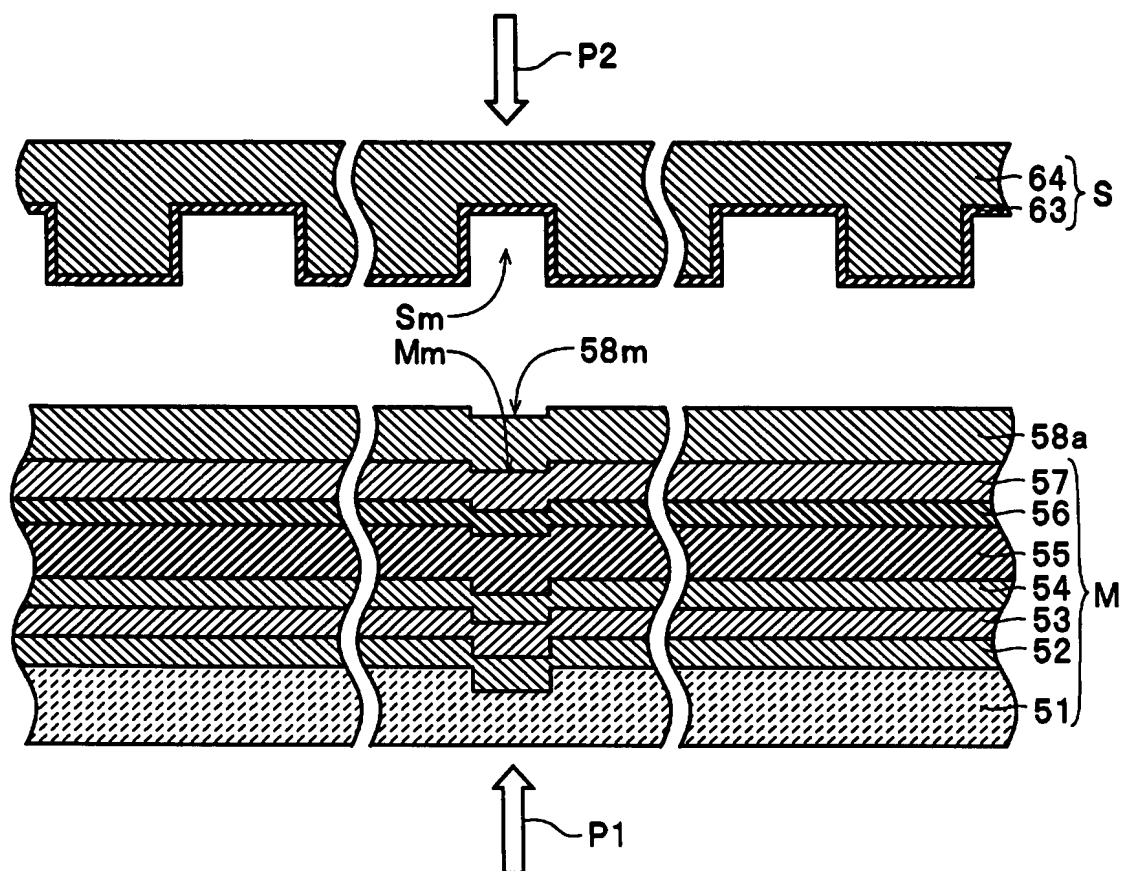
[図17]



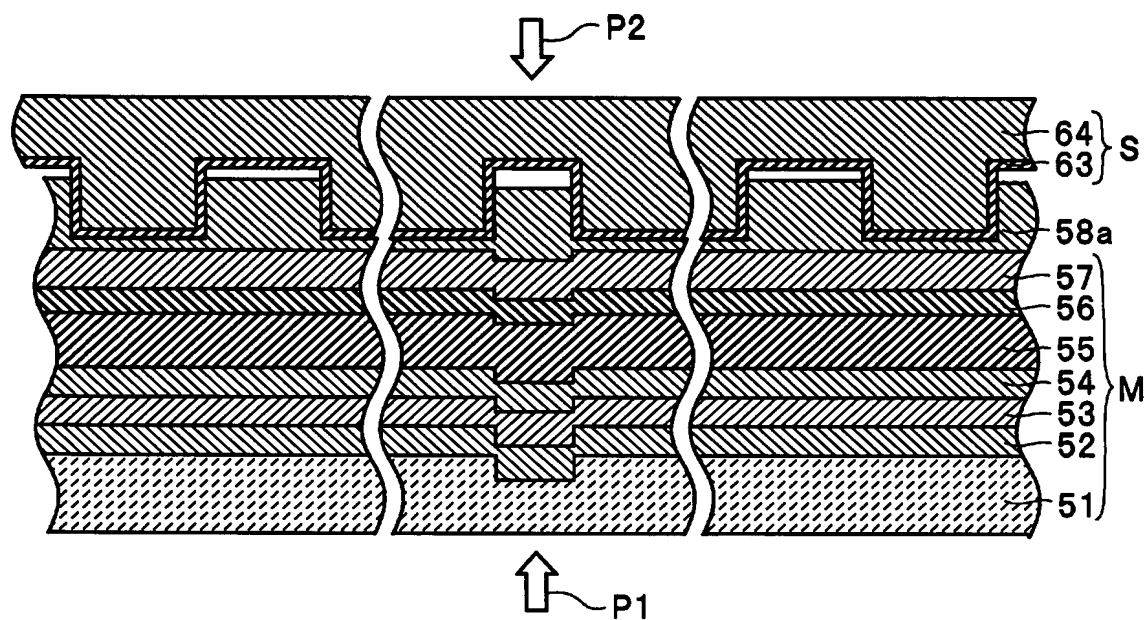
[図18]



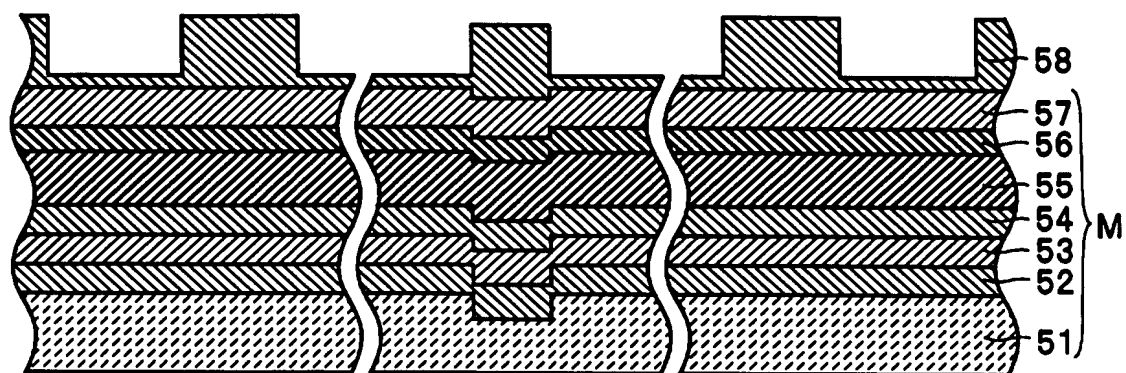
**[例 19]**



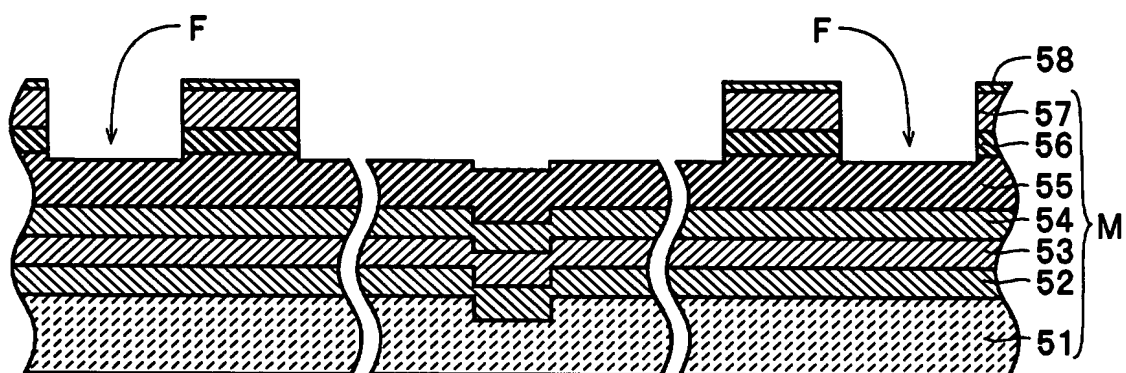
[図20]



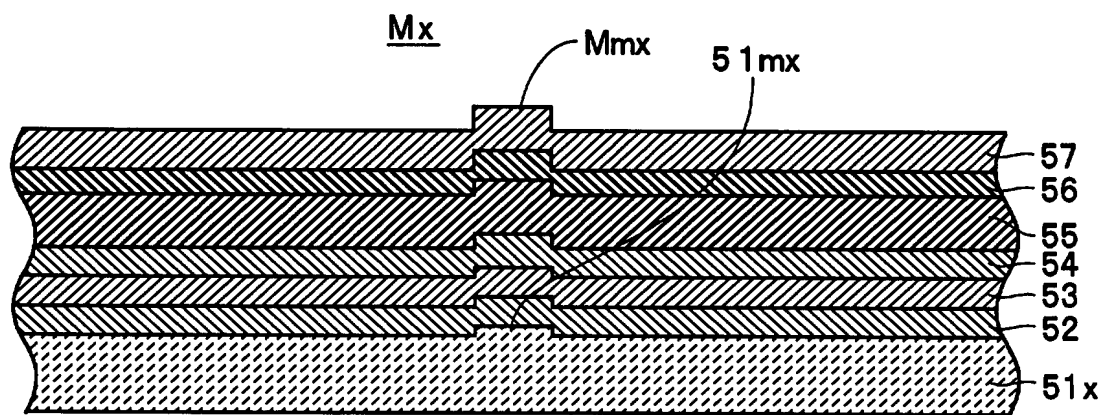
[図21]



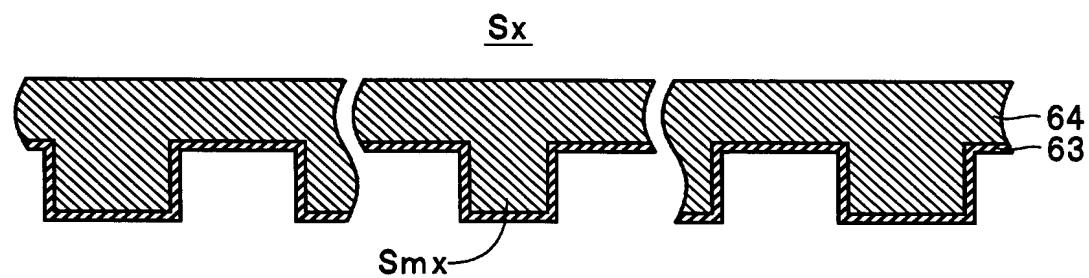
[図22]



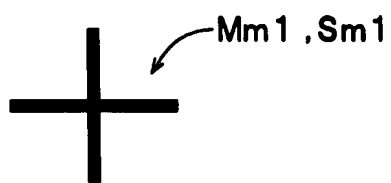
[図23]



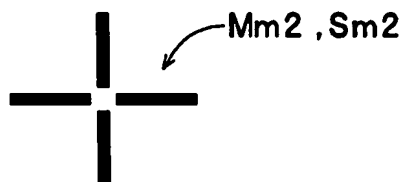
[図24]



[図25]



[図26]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010299

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G11B5/84, 5/73

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G11B5/62-5/858

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-157520 A (Toshiba Corp.), 30 May, 2003 (30.05.03), Full text; all drawings & US 2003/0127007 A1	1-6
Y	JP 2001-85501 A (Toshiba Corp.), 30 March, 2001 (30.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
Y	JP 2000-323461 A (NEC Corp.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 August, 2004 (09.08.04)

Date of mailing of the international search report  
31 August, 2004 (31.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/010299

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X A	JP 2004-103232 A (Komag, Inc.), 02 April, 2004 (02.04.04), & DE 10342300 A1	1, 2, 3, 5 4, 6

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B5/84, 5/73

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B5/62-5/858

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-157520 A (株式会社東芝) 2003. 05. 30 全文、全図 & US 2003/0127007 A1	1-6
Y	JP 2001-85501 A (株式会社東芝) 2001. 03. 30 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2000-323461 A (日本電気株式会社) 2000. 11. 24 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 08. 2004

国際調査報告の発送日

31. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

橋 均憲

5D

3045

電話番号 03-3581-1101 内線 3550



C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PX A	JP 2004-103232 A (コマーグ・インコーポレーテッド) 2004.04.02 & DE 10342300 A1	1, 2, 3, 5 4, 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**